CAPITOLO 7

Metodi innovativi per l'insegnamento della Geomatica: il video a 360° come strumento per le esercitazioni sui sistemi a scansione 3D[1]

Erica I. Parisi, Valentina Bonora, Grazia Tucci

1. Introduzione

La Geomatica è quella disciplina che si occupa della raccolta, analisi e interpretazione di dati spaziali della superficie terrestre con il contributo delle tecnologie dell'informazione. Il Laboratorio GeCo (Laboratorio di geomatica per l'ambiente e la conservazione dei beni culturali) ha sperimentato, nel corso degli ultimi anni, approcci didattici innovativi affiancati dall'utilizzo di materiali multimediali di supporto.

Le potenzialità dei video a 360° sono state testate per simulare un'attività di rilievo sul campo per la documentazione del patrimonio costruito, utile per i diversi corsi di Geomatica attualmente attivi presso l'Ateneo, con metodi topografici e con sistemi a scansione tridimensionale.

Sono stati prodotti due contenuti multimediali a 360°: un video non interattivo, con un approccio più 'didattico' per introdurre alcuni concetti teorici, e un video interattivo con l'obiettivo di fornire un sistema di 'autovalutazione'.

[1] Crediti - Coordinatrice: Grazia Tucci; Realizzazione dei contenuti: Valentina Bonora; In scena: Valentina Bonora, Alessio Ferroni, Adele Meucci; Regia: Valentina Bonora, Erica I. Parisi; Girato ed elaborazione: Erica I. Parisi.

Erica I. Parisi, University of Florence, Italy, ericaisabella.parisi@unifi.it, 0000-0002-6173-6578
Valentina Bonora, University of Florence, Italy, valentina.bonora@unifi.it, 0000-0003-4489-7932
Grazia Tucci, University of Florence, Italy, grazia.tucci@unifi.it, 0000-0001-7657-9723

Referee List (DOI 10.36253/fup_referee_list)
FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup_best_practice)

Erica I. Parisi, Valentina Bonora, Grazia Tucci, *Metodi innovativi per l'insegnamento della Geomatica: il video a 360° come strumento per le esercitazioni sui sistemi a scansione 3D*, © Author(s), CC BY 4.0, DOI 10.36253/978-88-5518-646-9.12, in Maria Ranieri, Damiana Luzzi e Stefano Cuomo (edited by), *Il video a 360° nella didattica universitaria. Modelli ed esperienze*, pp. 91-101, 2022, published by Firenze University Press, ISBN 978-88-5518-646-9, DOI 10.36253/978-88-5518-646-9

2. Descrizione generale del corso

Nel termine 'Geomatica' convergono tutte le discipline relative all'acquisizione, divulgazione, archiviazione, interpretazione, elaborazione e presentazione di dati spaziali e informazioni georeferenziate[2]; il termine, in uso dagli anni '70, combina i diversi aspetti del rilievo di tutto ciò che si trova sulla superficie terrestre (Geos), con quelli, più recenti, che derivano dall'uso dell'informatica (-matics). Il concetto di rilievo è strettamente correlato alla dimensione e alla complessità di un oggetto, alla scala di rappresentazione e ai risultati attesi. Metodologie e sistemi di acquisizione differenti possono essere utilizzati in maniera sinergica per integrare e compensare le informazioni necessarie per ottenere un rilievo metrico completo. Telerilevamento, fotogrammetria e sistemi a scansione laser, sono alcune delle tecnologie impiegate, spesso in combinazione con topografia e sistemi GNSS (Global Navigation Satellite System) per poter predisporre un sistema di riferimento comune. Le scale di applicazione delle informazioni che si possono ottenere da dati spaziali e temporali variano dall'osservazione della superficie terrestre, tramite piattaforme e sensori satellitari, alle applicazioni in ambito territoriale e ambientale (rilievi aerei), fino alla scala dell'ambiente urbano, del singolo edificio o manufatto (rilievi terrestri). Alla Geomatica afferiscono, inoltre, un'ampia gamma di discipline, dalla Geodesia per lo studio della forma, orientamento e gravità della Terra, alla Cartografia, per la produzione di mappe e informazioni tematiche digitali, gestite da Sistemi Informativi Geografici (SIT), alla Topografia, alla Fotogrammetria e in generale ai sistemi di mappatura con sensori attivi in diversi range dello spettro elettromagnetico (visibile vicino infrarosso, infrarosso termico ecc.).

La sperimentazione nell'ambito del progetto SEPA360 è stata focalizzata sull'utilizzo di tecnologie per il rilievo e la documentazione del patrimonio costruito, in particolare con metodi topografici e con sistemi a scansione laser in un rilievo che sempre più si definisce integrato. Di seguito, una breve introduzione, per meglio comprendere gli argomenti trattati nei video a 360° prodotti.

La topografia è una disciplina che consente di eseguire rilievi metrici, determinando le coordinate spaziali di punti singoli o organizzati in reti con elevata precisione; in tal modo è possibile conoscere la posizione, la forma, la dimensione e le possibili variazioni nel tempo di punti discreti appartenenti a qualunque 'oggetto' nello spazio. I metodi di rilievo topografico si avvalgono di misure di direzioni e di distanze angolari. Di importanza fondamentale, nel rilievo integrato, è la determinazione di un sistema di riferimento in quanto garantisce una precisione adeguata ed omogenea e fornisce un 'appoggio' per altri metodi di documentazione metrica, come la fotogrammetria e la scansione laser. Dati provenienti da sorgenti diverse, possono essere quindi assemblati grazie alla presenza di un sistema di riferimento comune, per integrare informazioni, creare rappresentazioni tridimensionali e aggiungere aggiornamenti (Bonora e Tucci 2008). La rete di inquadramento to-

[2] Definizione dello standard ISO/TR 19122:2004 "Geographic information/Geomatics - Qualification and certification of personnel".

pografico rappresenta il principale elemento di connessione di un rilievo, tramite una struttura rigida caratterizzata da punti fissi (vertici), opportunamente scelti e collegati tra loro, la cui posizione è determinata con un alto ordine di accuratezza in modo che le misure derivate alla scala di dettaglio siano consistenti. Le reti di inquadramento seguono un criterio gerarchico, per cui si progetta una rete di controllo principale, con la massima accuratezza, che rappresenta la struttura di base per altre sottoreti secondarie e di dettaglio. I vertici di stazione devono essere materializzati in modo stabile e durevole, documentando i metadati tramite monografie ed eidotipi per avere riferimenti rintracciabili nel tempo. La stazione totale è lo strumento principale utilizzato nei rilievi topografici, per la misura di angoli e distanze (osservazioni). Tra le elaborazioni numeriche delle osservazioni effettuate in campagna una compensazione empirica o ai minimi quadrati permette di ottenere le coordinate tridimensionali dei vertici con il relativo intorno di affidabilità. Questa operazione consente di passare, quindi, dal generale al particolare: dai vertici della rete vengono acquisite misure dettagliate di punti caratteristici necessari per descrivere e rappresentare l'oggetto del rilievo.

Un laser scanner è paragonabile ad una Stazione Totale[3]: misura distanze in base a direzioni angolari nello spazio. A differenza dell'approccio topografico, basato su poche misure accurate, questa tecnologia consente di acquisire notevoli quantità di dati in breve tempo. Infatti, uno scanner 3D è un dispositivo che consente di acquisire coordinate tridimensionali di una data superficie dell'oggetto con elevata densità, velocità e in modo automatico. Il principio di funzionamento prevede l'emissione di una serie di impulsi laser secondo una griglia regolare, la cui densità è molto elevata in confronto ai dati acquisiti tramite topografia, per misurare la risposta della riflessione dopo l'interazione con l'oggetto da misurare. Esistono diverse classificazioni degli strumenti in base alle modalità di misura della distanza, al range operativo e alla precisione. Il prodotto risultante dal campionamento dello spazio operato durante la scansione è una discretizzazione numerica della realtà continua, restituendo un insieme di punti sulla superficie di un oggetto in maniera indifferenziata: una 'nuvola di punti' o 'range map' (Bonora e Tucci 2008). Il processo di acquisizione prevede il posizionamento dello strumento nello spazio per garantire un'adeguata sovrapposizione delle scansioni. Ogni scansione, tuttavia, avrà un proprio sistema di riferimento, per cui a seguito di una serie di operazioni di trasformazioni geometriche (rototraslazioni) è possibile ricondurre le nuvole di punti ottenute in un unico sistema di riferimento, fornito dalla topografia, utilizzando appositi target determinati con entrambi i sistemi di misura. La grande mole di dati acquisiti, in tempi rapidi e in modo completamente automatico, dovrà subire, tuttavia, un successivo processo di interpretazione, data la acriticità delle informazioni e prevedere adeguati sistemi di gestione e archiviazione dei dati[4].

[3] Per approfondimenti si veda: https://www.treccani.it/enciclopedia/rilevamento-architettonico-e-urbano_%28Lessico-del-XXI-Secolo%29/.

[4] Per maggiori approfondimenti riferirsi alla letteratura di settore (Gomarasca 2009).

Gli argomenti trattati da un corso di Geomatica sono quindi molto vasti e caratterizzati da applicazioni multisettoriali che interessano diversi contesti formativi. In ambito accademico, i corsi di Geomatica afferiscono al Settore Scientifico Disciplinare SSD-ICAR/06. Il Laboratorio GeCo[5] del Dipartimento di Ingegneria Civile a Ambientale dell'Università di Firenze, diretto dalla Prof.ssa Grazia Tucci, conta per l'a.a. 2021-2022, un totale di dieci corsi attivi presso tre Scuole dell'Ateneo. Gli obiettivi dei corsi e le metodologie didattiche adottate, variano a seconda dell'ambito disciplinare.

I corsi di Geomatica per la Conservazione (modulo del Laboratorio di Restauro, I anno, Laurea Magistrale in Architettura, parti A, B, C e ICAD) afferenti alla Scuola di Architettura si configurano principalmente come laboratori multidisciplinari, caratterizzati da una forte componente applicativa. Gli obiettivi riguardano: l'applicazione dei temi della Geomatica alla documentazione metrica e tematica del costruito storico in vista della sua tutela, l'acquisizione di competenze per progettare, eseguire e restituire graficamente un rilievo metrico a grande e grandissima scala a supporto del progetto di conservazione dei Beni Culturali. Le metodologie didattiche si basano sul lavoro di gruppo per la produzione di un progetto finale, a seguito di lezioni teoriche ed esercitazioni pratiche (simulate, in aula o sul campo).

I corsi di Geomatica afferenti alla Scuola di Ingegneria sono suddivisi tra i Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria Civile, Edile, Ambientale (Topografia e Sistemi Informativi Geografici, II anno e Droni per il rilievo georeferenziato urbano e territoriale e analisi di dati spaziali, III anno) e i Corsi di Laurea Magistrale in Geoengineering (Geomatics, II anno) e in Ingegneria per la tutela dell'ambiente e del territorio (Telerilevamento e GIS, I anno). In questo caso, gli obiettivi formativi variano a seconda dei curricula: ad esempio, i corsi afferenti all'Ingegneria Ambientale sono più focalizzati sui sistemi di acquisizione aerei, sul telerilevamento e sui SIT, mentre i corsi dedicati all'Ingegneria Edile e Civile sono più orientati all'utilizzo di tecnologie terrestri ed aeree per la modellazione e lo studio strutturale del patrimonio costruito e delle infrastrutture. Le metodologie didattiche prediligono approfondimenti delle basi teoriche e dei processi; alle lezioni teoriche si alternano esercitazioni pratiche e di calcolo, i cui risultati vengono discussi dagli studenti in presenza o a distanza.

Infine, i corsi di Geomatica sono presenti anche presso la Scuola di Studi Umanistici e della Formazione, per il Corso di Laurea Magistrale in Geography, Spatial Management, Heritage for International Cooperation (Topografia e Cartografia, I anno) e per la Scuola di specializzazione in Beni archeologici (Geomatica e Telerilevamento per l'Archeologia). Gli obiettivi sono modulati in maniera ancora differente, privilegiando le caratteristiche peculiari dell'ambito più territoriale e geografico o predisponendo attività più pratiche e sperimentali nel caso archeologico.

[5] https://geomaticaeconservazione.it/.

In generale l'approccio didattico, in considerazione della natura trasversale della Geomatica e degli attuali orientamenti formativi che indirizzano verso il lavoro corale tra discipline differenti, prevede una parte teorica e metodologica affrontata con lezioni frontali e una parte applicativa in cui gli studenti possono sperimentare direttamente le nuove strumentazioni non solo durante le esercitazioni pratiche ma anche attraverso l'applicazione a casi studio più complessi.

Tale panoramica vuole sottolineare la complessità della gestione di utenti e contesti differenti, in cui l'adozione di strategie didattiche innovative e l'utilizzo di materiali di supporto efficaci rappresentano strumenti utili nell'articolato processo della formazione accademica.

3. Problemi e obiettivi

Da qualche anno, il Laboratorio GeCo è impegnato in un continuo processo di aggiornamento pedagogico con lo sviluppo di metodi innovativi (Tucci et al. 2018a, 2018b, 2019, 2020; Ortiz-Sanz et al. 2020). Il coinvolgimento in diversi progetti di ricerca e trasferimento tecnologico, a livello nazionale[6] e internazionale[7], ha favorito nuovi approcci e produzione di materiali didattici specifici adatti a diversi utenti. L'insegnamento della Geomatica, infatti, si presta particolarmente alla sperimentazione di approcci didattici misti, che possono convergere ed essere integrati (Tucci et al. 2020). Nella didattica e nel trasferimento tecnologico di questo specifico settore la parte sperimentale riveste un ruolo senz'altro importante; pertanto, uno degli obiettivi è quello di coinvolgere attivamente gli studenti, alternando il lavoro sul campo a quello in aula, supportato da strumenti multimediali, come video, giochi, tutorial, MOOC, ecc.

Inoltre, la democratizzazione e l'accessibilità di dispositivi a basso costo e lo sviluppo di procedure con una elevata componente di automatismo per l'elaborazione dei dati, consentono potenzialmente a chiunque di produrre dati spaziali. L'appropriazione di tecnologie come la fotogrammetria o l'utilizzo di scanner 3D, da parte di un pubblico più ampio, comporta alcuni rischi relativi ad utilizzi impropri di informazioni poco accurate: la facilità di utilizzo rende possibile, ad esempio, la produzione di modelli 3D senza alcuna consapevolezza critica della qualità metrica. Un modo efficace per mantenere una sorta di controllo su questa deriva è la formazione: trasferire informazioni corrette su come usare e su cosa si può ottenere da queste tecnologie. Ulteriore obiettivo, quindi, è quello di trovare nuove strategie per insegnare i fondamenti della disciplina ai principianti e per costruire correttamente le competenze dei futuri specialisti, come architetti, ingegneri, archeologi, urbanisti, e in generale di tutti i professionisti che studiano il territorio, il patrimonio e le loro trasformazioni.

[6] PRIN2015 GAMHer - Geomatics Data Acquisition and Management for Landscape and Built Heritage in a European Perspective (Bitelli, et al. 2019). 3DHackathon (Tucci, Parisi e Bonora, et al. 2020).

[7] ISPRS Education and Capacity Building Initiatives, 2018, 2020, 2022.Progetto INNOVA CUBA (G. Tucci, et al. 2018).David Explorers, EXPO Dubai 2020.

Il contributo dei materiali didattici, sviluppati grazie all'utilizzo delle moderne tecnologie, a supporto dell'insegnamento è già stato sperimentato con successo per quanto riguarda la fotogrammetria digitale: strumenti multimediali come video[8] e animazioni aiutano a chiarire e visualizzare concetti teorici, rendendoli più coinvolgenti. Inoltre, è possibile utilizzare tali supporti per illustrare le attività di una campagna di rilievo quando non è possibile recarsi direttamente sul campo per esercitazioni pratiche.

L'esito positivo nell'utilizzo pregresso di video per trasferire concetti teorici e pratici ha favorito l'interesse verso la sperimentazione di video a 360° nell'ambito del progetto SEPA360. La pandemia, inoltre, ha forzato l'adozione di sistemi online e a distanza per poter proseguire con le attività didattiche. Questa situazione ha reso indispensabile la disponibilità di materiali multimediali (video-lezioni e seminari, video, bibliografia, tutorial, dataset ecc.) consultabili in qualsiasi momento su piattaforme di apprendimento, come Moodle (Course Management System). In particolare, tali supporti didattici multimediali e interattivi sono stati progettati per simulare le attività sul campo anche a distanza. Questi materiali di riferimento possono essere utilizzati in diversi momenti, in sostituzione o integrazione delle attività pratiche, per attività di studio propedeutiche, per migliorare la propria comprensione di elementi teorici o per ripercorrere le attività svolte all'esterno.

Infine, gli obiettivi didattici prefissati, prevedevano che i contenuti prodotti fossero utili e istruttivi, ma allo stesso tempo coinvolgenti e attrattivi. Per questo motivo sono stati prodotti due test: un video con un approccio più 'teorico', per introdurre alcuni concetti di base, e un altro con finalità di 'autovalutazione', grazie alle interazioni aggiunte tramite il software Vivista (sviluppato da Hogeschool PXL).

4. Soluzioni tecnologico-didattiche

La sperimentazione con i video a 360° ha riguardato due tecnologie in particolare (come specificato nella sezione 1), applicate alla documentazione del patrimonio costruito (utile per molti dei corsi elencati nella sezione 2). Per lo scopo, è stato allestito uno scenario nel cortile della sede del Laboratorio GeCo, considerando anche le limitazioni agli spostamenti dettati dalla pandemia. In questa location sono state predisposte le attività di rilievo come nel caso di una reale esercitazione pratica, utilizzando strumenti topografici e sistemi a scansione laser. In un prossimo futuro, verranno implementate le esercitazioni di fotogrammetria da terra e da drone, per costituire una serie di video a 360° che accompagni gli studenti durante l'applicazione di varie metodologie e tecnologie di rilievo.

[8] Serie di video "A General Journey in Photogrammetry": "Cos'è la Fotogrammetria?" e "Come acquisire le immagini".

Il video 'teorico', non presenta contenuti interattivi, ma animazioni, testi e video, che compaiono per chiarire alcuni concetti espressi dalla docente, mentre gli attori compiono le stesse azioni di un rilievo muovendosi nella scena a 360°. Il video è stato realizzato utilizzando il software Adobe Premiere Pro (Figura 1).

Figura 1 – Video a 360°.

Il video di 'autovalutazione', invece, presenta una serie di interazioni (obbligatorie e non), create in Vivista, sulla stessa scena del video precedente. In questo caso, vengono utilizzati tutti gli strumenti forniti da Vivista, per aggiungere informazioni, porre domande a risposta multipla o per individuare aree specifiche nella scena, in modo da coinvolgere attivamente gli studenti ed esplorare lo spazio circostante. Ad esempio, la videocamera a 360° è stata posizionata in corrispondenza del punto di vista della stazione totale per poter interagire ed individuare le aree adatte per il posizionamento dei target (Figura 2).

Figura 2 – Posizionamento dei target.

Entrambi i video sono stati progettati per poter essere visualizzati sullo schermo del proprio PC o tramite visori di realtà virtuale. Tuttavia, le restrizioni imposte dalla pandemia non hanno consentito di utilizzare i visori disponibili in laboratorio per testare in aula l'efficacia della componente immersiva. Inoltre, la possibilità di utilizzare i propri strumenti, anche fuori dall'aula, rende tale approccio più inclusivo.

Dal punto di vista tecnico, il workflow utilizzato consiste di quattro fasi: 1) progettazione, 2) acquisizione, 3) elaborazione e 4) condivisione.

1. La fase di progettazione è quella che ha richiesto le tempistiche maggiori. Ogni scena del video è stata pianificata con cura, grazie all'utilizzo di uno storyboard. Le informazioni dovrebbero essere dettagliate il più possibile prima di acquisire i video, con particolare attenzione alla scelta del luogo, alla posizione della videocamera nella scena (fissa o in movimento), a quale punto di vista si vuole simulare, al movimento ai dialoghi dei singoli attori nella scena, alla presenza di possibili interazioni e punti di interesse per calibrare il discorso o le azioni;
2. Per la fase di acquisizione dei video a 360° è stata utilizzata la videocamera INSTA 360 One X, molto semplice da utilizzare e gestibile da remoto tramite un'applicazione per lo smartphone. I video sono stati acquisiti anche in modalità timelapse per velocizzare alcune operazioni di misura sul campo. In Figura 3 il setup sperimentale con le posizioni della videocamera nel cortile e in Figura 4 gli strumenti utilizzati sul campo;
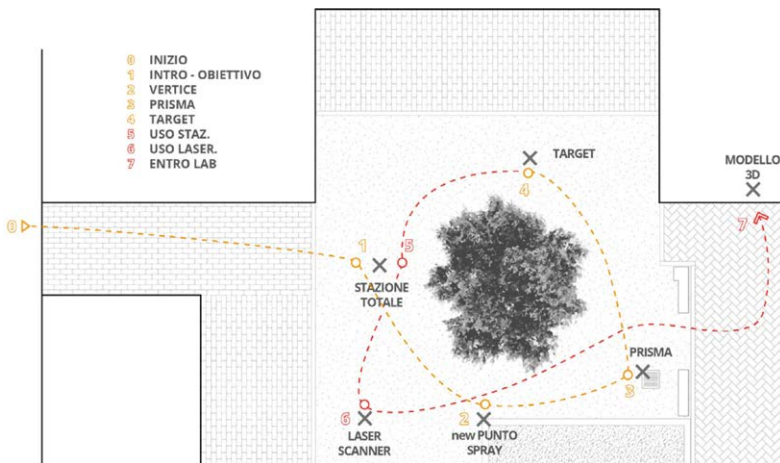
Figura 3 – Posizione della videocamera nel cortile.

3. La fase di elaborazione è stata eseguita direttamente in Adobe Premier Pro, provvisto di un plugin per la videocamera in uso, che consente lo stitching automatico dei video a 360°. I video sono stati poi elaborati eliminando la Flow State Stabilization dalle impostazioni della sorgente, correggendo l'inclinazione del piano di ripresa ove necessario, velocizzando alcune parti del video e aggiungendo la musica in corrispondenza dei timelapse. A questo

Figura 4 – Strumenti utilizzati sul campo.

punto dell'elaborazione il video così montato e senza l'aggiunta di ulteriori contenuti è stato importato all'interno del software Vivista per la produzione del video di 'autovalutazione', mediante l'aggiunta di interazioni quali: testi, immagini, video, quiz, tabelle, domande a risposta multipla, selezione di aree e ricerca di aree, ecc. (Figura 5). Per il video 'teorico', invece, tutti i contenuti aggiuntivi sono stati inseriti nel software Adobe Premier Pro. In questo caso le animazioni e i contenuti multimediali compaiono indipendentemente dalle scelte dell'utente e non sono presenti interazioni;
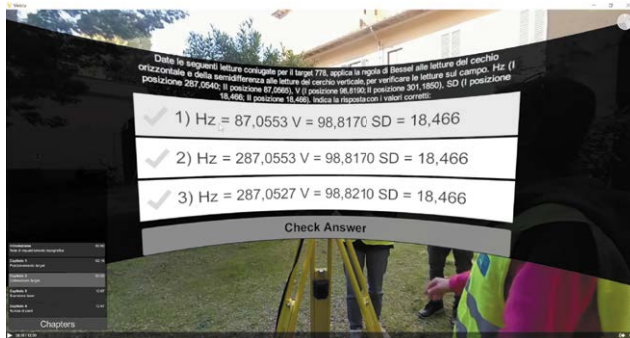
Figura 5 – Punto interattivo con domanda a risposta multipla.

4. Entrambi i video sono stati condivisi con gli studenti dei corsi menzionati nella sezione 2. Il doppio approccio didattico, con la produzione di due video, è stato pensato anche per poter utilizzare tutte le piattaforme di condivisione dei video a 360°. Infatti, il formato del video 'teorico' consente di essere caricato su piattaforme social (YouTube, Facebook, Vimeo) mantenendo la visualizzazione a 360°. Per la visualizzazione in locale, sullo schermo del

PC, viene consigliato il lettore multimediale VLC, che consente di utilizzare lo zoom per i dettagli contenuti nel video. Per il video di 'autovalutazione', invece, è necessaria l'installazione di Vivista Player sul proprio PC. È stata creata, quindi, una cartella condivisa con gli studenti sulla piattaforma di e-learning Moodle, contente il video interattivo e il software necessario per la lettura del file. Infine, un questionario di gradimento è stato somministrato agli studenti per valutare le loro impressioni ed ottenere feedback per migliorare i prossimi contenuti. Il video 'teorico', non interattivo, è disponibile sul canale YouTube del Laboratorio GeCo[9]. Entrambi i video sono disponibili nella sezione Library del sito del progetto SEPA360[10].

5. Sfide affrontate e raccomandazioni

Per concludere, si riportano alcune considerazioni per ciascuna fase del workflow menzionato nella sezione 3, sulle sfide affrontate e risolte.

Una prima sfida ha riguardato il tempo necessario per progettare lo storyboard, che è proporzionale alla complessità del prodotto finale, alla quantità di contenuti e di interazioni. Una buona pianificazione, consente, tuttavia, di risparmiare tempo durante la fase di acquisizione ed elaborazione dei contenuti. In particolare, è fondamentale decidere la posizione della camera nella scena, in termini di movimento (considerare la presenza nella scena dell'utente che porta la videocamera in movimento) e quale punto di vista si vuole simulare (quello del docente, dello studente, di uno strumento, ecc.). Inoltre, è utile pianificare correttamente il movimento degli attori nella scena e prevedere l'interazione degli stessi con i futuri punti di interesse, per rendere i contenuti più realistici (ad esempio prevedere delle pause nei dialoghi in corrispondenza di punti di interazione obbligatori). Anche la durata totale del video va tenuta in considerazione e la predisposizione di capitoli per agevolare la fruizione dei contenuti.

Oltre alle tempistiche dello storyboard, occorre osservare che, nonostante la facilità nell'utilizzo della videocamera INSTA360 One X, sono stati riscontrati alcuni inconvenienti tecnici relativi alla fase di elaborazione, dovuti in particolare all'inclinazione del piano di ripresa (da correggere in ogni video) e al movimento rotatorio della scena in automatico. Entrambi i difetti sono correggibili all'interno del software Adobe Premier Pro, utilizzando i comandi di rotazione nel primo caso ed eliminando la stabilizzazione automatica, nel secondo. Tali operazioni richiedono tuttavia una certa quantità di tempo, per cui si consiglia di selezionare un modello di videocamera a 360° privo di questi inconvenienti e di utilizzare alcuni accorgimenti in fase di acquisizione: posizionare la videocamera su un treppiede fotografico facendo attenzione ad evitare inclinazioni rispetto al piano di ripresa, posizionare la videocame-

[9] https://youtu.be/4MtcNm7KEfc.

[10] https://library.sepa360.eu/video/how-to-make-an-integrated-geomatic-survey.

ra ad un'altezza adeguata rispetto a ciò che viene inquadrato nella scena e tra le due aree di stitching fronte/retro per evitare deformazioni, prestare attenzione all'audio registrato, eventualmente avvicinando la videocamera e il microfono allo speaker.

Infine, durante la fase di elaborazione sono necessari strumenti hardware e software adeguati: la notevole dimensione dei file elaborati, comprensivi di tutti i contenuti multimediali e delle interazioni, necessita di postazioni con prestazioni avanzate. Il software utilizzato (Adobe Premiere Pro) ha un costo non sempre sostenibile: esso fornisce numerosi strumenti di editing ma non sempre intuitivi. Bisogna considerare il tempo necessario per familiarizzare con tale software (ad esempio, per l'utilizzo dei keyframes) in modo da poter essere almeno utenti di livello intermedio. Inoltre, l'utilizzo di una videocamera che eviti alcuni inconvenienti tecnici può essere utile per risparmiare tempo nella fase di elaborazione.